Iranian Food Science and Technology Research Journal
Vol. 18, No. 1, Apr. May. 2022, p. 96- 112

نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران
جلد ۱۸، شماره ۱، فروردین-اردیبهشت ۱۴۰۱ ص.۱۱۲-۹۶

Homepage: http://ifstrj.um.ac.ir

Full Research Paper

Investigation of the *Coffea Arabica* substitution with roasted date seed on physicochemical and sensory properties of coffee brew

Farideh Mojrian Sharghi[1], Marzieh Moeenfard[1]*, Reza Farhoosh[1], Hadi Mahdavian Mehr[2]

Received: 2021.02.02
Accepted: 2021.04.12

How to cite this article:
Mojrian Sharghi, F., Moeenfard, M., Farhoosh, R., Mahdavian Mehr, H., (2022). Investigation of the Coffea Arabica substitution with roasted date seed on physicochemical and sensory properties of coffee brew. *Iranian Food Science and Technology Research Journal*. *18*(1), 96-112.

Abstract

Introduction: Date seeds (also known as pits and kernel) are among the most important wastes which are generated during direct consumption or from the date processing industries. Despite the presence of several nutrients and bioactive compounds and their subsequent beneficial health effects, these by-products are frequently discarded to use as soil fertilizer or as feed for livestock. Roasting opens a cost-effective way to include date seed in the human diet. The aqueous extract of roasted date seed represented a coffee-like beverage. Date seed coffee has a relatively low acceptance among consumers and is usually supplemented with a variety of additives to improve the taste. Therefore, due to rising the global coffee price, in the present study, we aimed to substitute Arabica beans with roasted date seeds in order to make a coffee beverage similar to *Coffea Arabica* boiled coffee brew.

Materials and Methods: *Coffea Arabica* and roasted date seeds were obtained from local markets and 10 grams of powder (100% Arabica coffee (A100), 100% date kernels (D100) or a mixture of Arabica coffee powder and date seeds in proportions of 10 (D10), 35 (D35), 50% (D50) of date seed) was brewed using 100 ml of boiling distilled water. The brewed coffees were examined in terms of lipid, protein, caffeine, acrylamide, total phenol and total flavonoids content. Other parameters including color, viscosity, pH, DPPH and FRAP assays followed by sensorial evaluation were evaluated, as well.

Results and Discussion: Substitution with roasted date seed resulted in lower lipids, protein and caffeine of coffee brews as the values were decreased from 330.67, 956.75, 76.51 mg/100 mL in *Coffea Arabica* (100%) to 192.61, 149.00, 45.59 mg/100 in date seed coffee (100%), respectively. Higher amounts of date seed also resulted in lower pH and acrylamide content. Accordingly, pH was decreased from 5.7 in D100 to 4.4 in A100. Acrylamide content was attenuated from 5.06 µg/100 mL in A100 to 1.71 µg/100 mL in D100. Reduction in viscosity was also observed from 0.93 (A100) to 0.86 mPa.s (D100). The mean value of the color parameter including *L**, *a** and *b** in the 100% *Coffea Arabica* brew was more than the 100% date seed coffee, which indicated that the coffees brewed from date seeds in different proportions were brighter and had higher red and yellow color parameters. Substitution with date seed had less effect on the total phenol content as TPC of coffees ranged from 28 to 42 mg/100 mL for 100% date seeds brew and *Coffea Arabica* brew, respectively. On the other hand, the flavonoid content (TFC) of coffees was significantly affected by the amount of date seeds (5 to75 mg/100 mL for 100% date seeds and *Coffea Arabica* brew, respectively). All brews have high antioxidant activity. For DPPH the highest results (88/9 %) were obtained in the coffee brewed from 100% date seeds, while the FRAP value it was vice versa. The results of sensory evaluation indicated a high similarity among A100 and D10 coffees as parameters such as aroma, color and texture (concentration) of coffee were evaluated appropriate. The results also showed that substituting *Coffea Arabica* up to 35% with roasted date seeds can improve the overall acceptance of the coffee brews by reducing bitterness.

1. Department of Food Science and Technology, Ferdowsi University of Mashhad, PO-Box: 9177948944.
2. PhD in Food Chemistry, Part Sazan Coffee company (MultiCafé), Mashhad.
(* Corresponding Author's Email: moeenfard@um.ac.ir)
DOI: 10.22067/IFSTRJ.2021.68677.1017

Conclusion: In general, the ability to replace *Coffea Arabica* with date seeds up to 10 and 35% was reported acceptable in terms of sensory characteristics, as the color and aroma were similar to 100% *Coffea Arabica*. Besides that due to reduced bitterness, the overall acceptance were almost high.

Keywords: Coffee, Date seed, Antioxidant, Acrylamide, Sensory evaluation

Iranian Food Science and Technology Research Journal
Vol. 18, No. 1, Apr. May. 2022, p. 96- 112

نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران
جلد ۱۸، شماره ۱، فروردین-اردیبهشت ۱۴۰۱ ص.۱۱۲-۹۶

مقاله علمی-پژوهشی

بررسی تاثیر افزودن هسته خرمای برشته شده بر خصوصیات فیزیکی شیمیایی و حسی قهوه حاصل از دانه عربیکا (*Coffea Arabica*)

فریده مجریان شرقی[۱]- مرضیه معین‌فرد[۲]*- رضا فرهوش[۳]- هادی مهدویان مهر[٤]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۱/۱۴
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۱/۲۳

چکیده

هسته خرما یکی از مهم‌ترین ضایعات صنایع فرآوری خرما است که حاوی مقادیر قابل توجهی کربوهیدارت، لیپید، پروتئین، ترکیبات پلی‌فنولی و مواد معدنی است. برشته کردن هسته و تولید قهوه هسته خرما یکی از ساده‌ترین روش‌ها جهت ایجاد ارزش افزوده بر این ضایعات است. لذا در این تحقیق امکان جایگزینی دانه قهوه عربیکا با هسته خرمای برشته در سطوح ۱۰، ۳۵، ۵۰ و ۱۰۰ درصد جهت تهیه قهوه (brew coffee) مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که میزان چربی، پروتئین و کافئین در قهوه ۱۰۰ درصدی عربیکا به‌ترتیب از ۳۳۰/۶۷، ۹۵۶/۷۵، mg/100 mL ۷۶/۵۱ به ۱۹۲/۶۱، mg/100 mL ۱۴۹/۰۰و کمتر از حد تشخیص (<LOD) در قهوه ۱۰۰ درصدی هسته خرما کاهش یافت. میزان آکریل‌آمید و ویسکوزیته نمونه‌ها نیز کاهش قابل توجهی نشان دادند. افزایش پودر هسته خرما باعث اسیدی شدن و رقیق‌تر شدن قهوه حاصله شد که نتایج آن در کاهش pH و ویسکوزیته مشاهده گردید. افزایش پارامترهای L^*، b^* و a^* در نوشیدنی قهوه با افزایش میزان پودر هسته خرما مشاهده شد که بیان‌گر روشن‌تر شدن آن و افزایش پارامترهای رنگی قرمز و زرد بود. محتوای فلاونوئید و فنول کل در قهوه‌ها به شکل قابل توجهی تحت تاثیر میزان هسته خرما قرار گرفته و کاهش یافت. لازم به ذکر است که جایگزینی با هسته خرما بر محتوای فنول کل تاثیر کمتری داشت. قهوه‌های تهیه شده از خواص آنتی‌اکسیدانی قابل قبولی برخوردار بودند به نحوی که قهوه هسته خرما (۱۰۰ درصد) قدرت بیشتری در مهار رادیکال آزاد DPPH نشان داد. به‌صورت کلی، قابلیت جایگزینی دانه عربیکا با هسته خرما تا سطح ۱۰ و ۳۵ درصد از نظر حسی قابل قبول گزارش شد، به صورتی که رنگ و عطر این قهوه‌ها شباهت بالایی با قهوه ۱۰۰ درصدی عربیکا نشان دادند و از طرفی به دلیل کاهش تلخی، پذیرش کلی آن‌ها نیز بالا بود.

واژه‌های کلیدی: قهوه، هسته خرما، آنتی‌اکسیدان، آکریل‌آمید، ارزیابی حسی.

مقدمه

خرما (*Phoenix dactylifera* L) گیاهی است متعلق به خانواده Arecaceae که در مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری به ثمر می‌رسد و میوه آن به‌عنوان یک ماده غذایی سرشار از انرژی مصرف می‌شود. اگرچه بهره‌برداری و صنعتی شدن تولیدات آن نیز در سراسر جهان به‌طور گسترده‌ای رو به رشد است (Chandrasekaran and Bahkali, 2013). طبق آمار سازمان جهانی خواروبار و کشاورزی (FAO)[۵]، در سال ۲۰۱۷ نزدیک به ۸/۳ میلیون تُن خرما در دنیا تولید شده که در این میان، مصر، ایران و مراکش به‌ترتیب با ۱۹، ۱۴ و ۱۲ درصد، به‌عنوان مهم‌ترین تولیدکنندگان خرما به‌شمار می‌روند (FAO, 2017). با توجه به این‌که هسته (دانه) خرما[۶] حدود ۱۵-۱۰ درصد از وزن میوه کامل را تشکیل می‌دهد (Al-Farsi and Lee, 2008b)، تخمین زده می‌شود که در سال ۲۰۱۷، حداقل ۸۳۰ هزار تُن هسته خرما به‌عنوان ضایعات بخش‌های مختلف، اعم از تازه‌خوری یا ضایعات حاصل از صنایع فرآوری، تولید شده باشد. علاوه بر مشکلات زیست محیطی، این حجم از ضایعات نوعی هدر رفت منابع نیز به‌شمار می‌رود (Ambigaipalan and Shahidi, 2015; Fikry *et al*., 2019a).

ترکیب شیمیایی هسته خرما به شکل قابل توجهی تحت تاثیر واریته، محل کشت، پیشینه ژنتیکی، میزان رسیدگی میوه و نیز روش مورد استفاده در استخراج ترکیبات قرار دارد (Khalid *et al*., 2017). به‌طور کلی، هسته خرما با رطوبتی بین ۳ الی ۱۰ درصد وزنی/ وزنی، عمدتاً از کربوهیدارت (۸۷-۷۱ درصد)، روغن (۱۳-۵ درصد) و پروتئین (۶-۲ درصد) تشکیل شده است و میزان خاکستر نیز در آن به ۱/۸-۰/۹ درصد می‌رسد (Al-Farsi and Lee, 2011). همچنین با داشتن ۳۴-۳۱ میلی‌گرم اسید گالیک درگرم، منبع غنی از ترکیبات پلی‌فنولی به‌شمار می‌رود به نحوی که فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره هسته خرما معادل

۱، ۲ و ۳- به‌ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد، استادیار و استاد، گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.
۴- دکتری شیمی مواد غذایی، شرکت صنایع قهوه پارت سازان (مولتی کافه)، مشهد، مشهد، ایران.
(* ایمیل نویسنده مسئول: moeenfard@um.ac.ir)
DOI: 10.22067/IFSTRJ.2021.68677.1017
5 Food and Agriculture Organization of the United Nations
6 Date seed, Date pit, Date stone, Date kernel

۹۲۹–۵۸۰ میکرومول ترولوکس[1] در گرم، برآورد شده است (Al-Farsi and Lee, 2008a; Suresh *et al*., 2013). شواهد زیادی مبنی بر خواص سلامتی‌زایی هسته خرما وجود دارد که از آن جمله می‌توان به خواص ضدالتهابی (Bouhlali *et al*., 2020) و ضدسرطانی عصاره هسته خرما (Al-Sheddi, 2019; Habib *et al*., 2014; Thouri *et al*., 2019) در مطالعات سلولی[2] اشاره کرد. همچنین کاهش سمیّت کبد[3] (Abdelaziz and Ali, 2014) و فیبروز کبدی[4] (Al-Rasheed *et al*., 2015) و خواص ضددیابتی (Hasan and Mohieldein, 2016) در مطالعات حیوانی به اثبات رسیده‌اند. تحقیقات مختلف نشان داده‌اند که این خواص سلامتی‌زایی ارتباط تنگاتنگی با فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره هسته خرما دارد (Maqsood *et al*., 2019; Taleb *et al*., 2016).

علی‌رغم خواص فراوان هسته خرما، این بخش از این ضایعات غالباً بدون هیچ‌گونه فرآوری به مصرف خوراک دام می‌رسد. یکی از راهکارهای نسبتاً ارزان برای استفاده مجدد از این ضایعات، تهیه نوشیدنی بر پایه پودر هسته خرمای برشته شده است که در بسیاری منابع از آن به نام "قهوه هسته خرما"[5] یاد می‌شود. قهوه یک نوشیدنی محبوب با مصرف روزانه بیش از ۲/۵ میلیون فنجان در سراسر دنیا است که مصرف آن در ایران نیز به سرعت در حال افزایش است. عربیکا[6] و ربوستا[7] دو واریته مهم گیاه قهوه هستند که از لحاظ تجاری حائز اهمیت بوده و عمدتاً از لحاظ میزان کافئین، لیپید و محتوای اسیدهای کلوروژنیک[8] با یکدیگر تفاوت دارند (Petracco, 2005). برخلاف دانه‌های عربیکا یا ربوستا، هسته خرمای برشته شده به دلیل عدم داشتن کافئین می‌تواند منبع مناسبی جهت تهیه قهوه برای افراد با نیازهای خاص به‌شمار آید (Venkatachalam and Sengottian, 2016). زیرا، اگرچه مصرف کافئین باعث کاهش خستگی، افزایش فعالیت ذهنی و افزایش هوشیاری می‌شود ولی بروز علائمی از قبیل سردرد، اضطراب و سرگیجه نیز محتمل است (Candeias *et al*., 2009). با وجود تولید صنعتی قهوه‌های بدون کافئین، ارزانی و در دسترس بودن هسته خرما، آن را به منبعی مناسب جهت تولید نوشیدنی‌ای با خواص سلامتی‌زا تبدیل کرده است.

بررسی تولید قهوه هسته خرما توسط برخی محققین مورد مطالعه قرار گرفته (Ghnimi *et al*., 2015) که جامع‌ترین مطالعات مربوط به تیم تحقیقاتی Fikry و همکاران (۲۰۱۹) است (Fikry *et al*., 2019a; Fikry *et al*., 2020). این تیم تحقیقاتی تاثیر فرآیند برشته کردن را بر خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و حسی قهوه هسته خرما مطالعه کرده و نشان دادند که بیشترین امتیاز عطر و طعم در قهوه خرما بواسطه برشته کردن هسته در ۲۰۰°C در ۱۰ دقیقه، حاصل می‌شود (Fikry *et al*., 2019a). تحقیقات دیگری نیز در این زمینه صورت گرفته است ولی نتایج آن‌ها نشان داد که اگرچه ویژگی‌های حسی قهوه حاصل از هسته خرما در سطح قابل قبولی قرار دارد ولی در مقایسه با قهوه عربیکا، ضعیف‌تر عمل می‌کند و در اغلب موارد نیاز به افزودنی‌هایی مانند شیر، شکر، زنجبیل برای بهبود عطر و طعم پیشنهاد می‌شود (Ghnimi *et al*., 2015; Venkatachalam and Sengottian, 2016). منبعی که به‌عنوان جایگزین پودر قهوه مورد استفاده قرار می‌گیرد باید بعد از برشته کردن عطری تقریباً مشابه قهوه داشته باشد، روش‌های تهیه نوشیدنی قهوه برای آن نیز به‌کار رود، خواص سلامتی‌زایی داشته و متعاقباً حامل ترکیبات مضر نباشد و در نهایت استفاده از آن به لحاظ اجتماعی تعریف شده و از لحاظ اقتصادی نیز مقرون به صرفه باشد. از آنجاکه هسته خرما اغلب ویژگی‌های لازم برای جایگزینی در تهیه نوشیدنی قهوه را داراست، در این پژوهش سعی بر آن شد تا امکان جایگزینی قهوه، به صورت ترکیب آن با پودر هسته خرمای برشته شده جهت تولید قهوه مورد مطالعه قرار گیرد. لذا، هدف پژوهش حاضر تولید محصولی ارزان‌تر با ویژگی‌های فیزیکی (از قبیل رنگ، عطر، طعم و ویسکوزیته) و شیمیایی (از قبیل چربی، پروتئین، ترکیبات با خواص آنتی‌اکسیدانی) مشابه قهوه حاصل از دانه برشته عربیکا بود.

مواد و روش‌ها

آماده‌سازی نمونه‌های قهوه

دانه قهوه عربیکا (دانه‌های برزیل و اتیوپی با برشتگی medium-dark) از شرکت معتبر داخلی و پودر هسته خرمای برشته شده (medium-dark) از شرکت مولتی‌کافه مشهد تهیه گردید. به‌منظور تهیه قهوه جوشیده[9]، میزان ۱۰ گرم از پودر به ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر در حال جوش افزوده شده و به مدت ۲ دقیقه در حالت جوش نگهداری شد. بعد از یک دقیقه نگهداری در حالت سکون و دور از حرارت، ذرات پودر ته‌نشین شده و مایع رویی جهت انجام آزمون‌ها مورد استفاده قرار گرفت. ترکیب پودر مورد استفاده جهت تهیه انواع قهوه به شرح زیر است: ۱۰۰ درصد دانه عربیکا (A100)، ۱۰۰ درصد هسته خرما (D100)، ۹۰ درصد دانه عربیکا– ۱۰ درصد هسته خرما (D10)، ۶۵ درصد دانه عربیکا– ۳۵ درصد هسته خرما (D35)، ۵۰ درصد دانه عربیکا– ۵۰ درصد هسته خرما (D50).

1 Trolox
2 *in vitro* studies
3 Hepatotoxicity
4 Liver fibrosis
5 Date seed coffee
6 *Coffea Arabica*
7 *Coffea Robusta*
8 Chlorogenic acids
9 Boiled coffee

اندازه‌گیری مقدار چربی

بدین منظور، ۵ میلی‌لیتر از نمونه قهوه با ۵ میلی‌لیتر هگزان و ۲۰۰ میکرولیتر متانول (به‌منظور شکستن امولسیون و بهبود فرآیند جداسازی) با استفاده از ورتکس (LD۸۸۰۹، پل ایده‌آل تجهیز، ایران) به‌خوبی مخلوط شده و بعد از سانتریفوژ (Heraeus، کره جنوبی)، فاز رویی جمع‌آوری شد. فاز آبی (همان فاز قهوه) ۳ بار دیگر تحت استخراج با هگزان قرار گرفت. استخراج چربی از ۵ گرم پودر دانه عربیکا یا هسته خرما به‌وسیله ۲۰۰ میلی‌لیتر هگزان نرمال با کمک سوکسله و طی ۵ ساعت انجام شد. حذف حلال در ابتدا با کمک تبخیرکننده تحت خلأ (BUCHI – R100، سوئیس) در فشار ۰/۶–۰/۵ بار و سپس در آون (Jeiotech، کره جنوبی) با دمای ۳C± ۱۰ انجام گرفت (Moeenfard *et al*., 2015).

اندازه‌گیری مقدار پروتئین

محاسبه میزان پروتئین نمونه‌ها با روش کجلدال و طبق استاندارد ملی ایران به شماره ۱۹۰۵۲ انجام گرفت. برای این منظور، هضم ۰/۵ گرم پودر (دانه عربیکا یا هسته خرما) و یا ۲ گرم از هر نوشیدنی قهوه با ۶ میلی‌لیتر اسید سولفوریک غلیظ و یک عدد قرص کاتالیزور (محتوی سولفات پتاسیم، سولفات مس، اکسید سلنیم) در ۳۰۰°C انجام شد. بعد از خنک شدن محلول، ۲۰ میلی‌لیتر آب مقطر به هر لوله اضافه شده و تیتراسیون در دستگاه کجلدال (Tecator، آمریکا) و بر اساس فاکتور۶/۲۵ انجام گرفت.

اندازه‌گیری مقدار کافئین

به ۲/۵ میلی‌لیتر از انواع قهوه، ۱۰۰ میکرولیتر از هرکدام از محلول‌های کاریز[1] I (۲۱/۹ گرم استات‌روی به همراه ۳ میلی‌لیتر اسید استیک گلاسیال و رساندن به حجم ۱۰۰ میلی‌لیتر با آب مقطر) و کاریز II (۱۰/۶ گرم پتاسیم هگزاسیانوفرات (II) و رساندن به حجم ۱۰۰ میلی‌لیتر توسط آب مقطر) اضافه شده و با استفاده از محلول آب– متانول با نسبت حجمی (۱۰:۹۰) به حجم ۵۰ میلی‌لیتر رسانده شد. بعد از سکون به مدت ۱۰ دقیقه و سانتریفوژ (Heraeus، کره جنوبی)، مجدداً این فرآیند تکرار شد. مقدار ۲ میکرولیتر از فاز رویی بعد از فیلتر شدن به سل دستگاه طیف‌سنج تحرک یونی (IMS)[2]ساخت دانشگاه صنعتی اصفهان، (دمای محفظه تزریق و سل به‌ترتیب ۲۲۰°C و ۲۰۰°C، پلاریته مثبت، ولتاژ ۸۰۰۰) تزریق شد (Bahrami *et al*., 2013). جهت آنالیز کمی، محلول‌های استاندارد کافئین در محدوده غلظتی ۵–۱۷/۵ mg/L تهیه شدند.

تعیین مقدار آکریل‌آمید

برای این منظور از روش Alves و همکاران (۲۰۱۰) استفاده شد. به‌صورت خلاصه، ۲/۵ میلی‌لیتر از انواع قهوه به همراه ۲۵ میکرولیتر استاندارد داخلی آکریل‌آمید[13]، با کمک ستون استخراج فاز جامد (SPE)[3] تمیز شده و مشتق‌سازی با بروم انجام شد. آنالیز عصاره نهایی با کمک کروماتوگراف گازی Agilent (6890N، آمریکا)، مجهز به آشکارساز جرمی[4] و ستون مویینه MDN-12 (طول ۳۰ متر و قطر داخلی ۰/۲۵ میلی‌متر) صورت گرفت. شرایط دستگاه برای شناسایی آکریل‌آمید از قرار زیر بود: گاز حامل: هلیوم با سرعت جریان ۱ میلی‌لیتر در دقیقه، حجم تزریق: ۱ میکرولیتر، دمای آون ۲۴۰°C –۸۵ با سرعت افزایش ۱۵°Cدر دقیقه، نسبت جرم به بار (m/z)[5] برای آکریل‌آمید مشتق‌سازی شده: ۱۵۲، ۱۵۰، ۱۰۶، نسبت جرم به بار برای استاندارد داخلی مشتق‌سازی شده: ۱۵۵، ۱۵۳، ۱۱۰. اندازه‌گیری کمّی نیز با کمک استاندارد اصلی و استاندارد داخلی به‌ترتیب در جرم به بار ۱۵۰ و ۱۵۵ انجام شد.

تعیین محتوای فنول کل

بدین منظور، ۲ میلی‌لیتر نمونه با ۲/۵ میلی‌لیتر معرف فولین (رقیق شده) و ۶ میلی‌لیتر متانول مخلوط شده و بعد از ۳ دقیقه، ۵ میلی‌لیتر کربنات سدیم ۷/۵ درصد (وزنی/ حجمی) به مخلوط اضافه شد. ترکیب حاصل با آب مقطر به حجم ۵۰ میلی‌لیتر رسیده و به مدت ۲ ساعت در جای تاریک قرار گرفت. میزان جذب در طول موج ۷۶۵ نانومتر با کمک اسپکتروفتومتر UV-Vis (Unico، آمریکا) اندازه‌گیری شد (Capannesi *et al*., 2000). برای اندازه‌گیری کمی، محلول‌های استاندارد اسید گالیک (۶۵–۵ میلی‌گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر متانول) مورد استفاده قرار گرفت.

تعیین محتوای فلاونوئید کل

به ۰/۵ میلی‌لیتر از نمونه، ۲/۵ میلی‌لیتر آب مقطر، ۱۵۰ میکرولیتر نیتریت سدیم ۵ درصد (وزنی/ حجمی) و ۱۵۰ میکرولیتر کلرید آلومینیوم ۱۰ درصد (وزنی/ حجمی) اضافه شد. بعد از گذشت ۶ دقیقه، ترکیب حاصل با یک میلی‌لیتر هیدروکسید سدیم ۱ مولار ترکیب شده و با آب مقطر به حجم ۵ میلی‌لیتر رسید. جذب ترکیب حاصل بلافاصله در طول موج ۵۵۰ نانومتر و با استفاده از اسپکتروفتومتر UV-Vis (Unico، آمریکا) خوانده شد. آنالیز کمی با محلول استاندارد کوئرستین (۳۰۰–۱۰ میکروگرم در میلی‌لیتر اتانول) انجام گرفت (Al-Farsi and Lee, 2008b).

1 Carrez solution
2 Ion mobility Spectroscopy (IMS)
3 Solid Phase Extraction (SPE)
4 Mass Detector
5 Mass-to-charge ratio (m/z)

قدرت مهار رادیکال آزاد DPPH[1]

روش مهار رادیکال آزاد DPPH، نوعی آزمون ارزیابی فعالیت آنتی‌اکسیدانی بر پایه انتقال الکترون یا اتم هیدروژن است. این روش غالباً در مطالعه پتانسیل اهدای هیدروژن توسط نمونه کاربرد دارد. رادیکال DPPH در دمای محیط و در تاریکی پایدار بوده و رنگ محلول متانولی آن بنفش تیره است. در حضور مولکول آنتی‌اکسیدان، این رادیکال احیا شده و دی‌فنیل پیکریل هیدرازین[2] تولید می‌شود که نتیجه آن تغییر رنگ محلول از بنفش تیره به زرد است (Cerretani and Bendini, 2010). برای تعیین قدرت آنتی‌اکسیدانی عصاره، مقدار ۰/۴ میلی‌لیتر نمونه صاف شده با ۳/۶ میلی‌لیتر محلول متانولی DPPH (غلظت $۶×۱۰^{-۵}$ مولار) ترکیب شد. جهت تهیه نمونه شاهد، ۰/۴ میلی‌لیتر متانول، جایگزین نمونه شد. بعد از ۳۰ دقیقه سکون در تاریکی، جذب محلول در ۵۱۷ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر UV-Vis (Unico، آمریکا) اندازه‌گیری شد. درصد مهار رادیکال آزاد با استفاده از رابطه ۱، زیر محاسبه گردید (Babiker *et al.*, 2020).

(۱) درصد مهار رادیکال آزاد = [(جذب شاهد) / (جذب نمونه −جذب شاهد)] × ۱۰۰

ارزیابی قدرت احیاکنندگی به روش FRAP[3]

هدف از این آزمون، بررسی توانایی انواع قهوه در احیای آهن سه ظرفیتی در کمپلکس بی رنگ Fe^{3+} TPTZ به آهن دو ظرفیتی در کمپلکس آبی رنگ تری‌پیریدیل‌تری‌آذین–Fe^{2+}[4] بود. برای این منظور از روش Endeshaw و همکاران (۲۰۲۰) با کمی اصلاحات استفاده شد. به ۷۵ میکرولیتر قهوه صاف شده، ۲/۲۵ میلی‌لیتر محلول کار FRAP و ۰/۲۲۵ میلی‌لیتر آب دیونیزه افزوده شد. بعد از نگهداری نمونه‌ها (۱۰ دقیقه، ۳۷°C)، جذب در ۵۹۳ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفوتومتر UV-Vis (Unico، آمریکا) اندازه‌گیری گردید. در تهیه محلول شاهد، به جای نمونه از ۷۵ میکرولیتر آب دیونیزه استفاده شد. آنالیز کمّی با محلول استاندارد آهن II در محدوده غلظت ۱۰۰۰–۳۰ میکرومولار انجام گرفت.

اندازه‌گیری pH، ویسکوزیته و رنگ

به‌منظور سنجش pH نمونه‌های تازه تهیه شده از pHمتر (Windaus، انگلیس) در دمای ۲۰±۳°C، استفاده شد. برای اندازه‌گیری ویسکوزیته، نمونه‌ها تا دمای ۲۰±۳°C خنک شده و از ویسکومتر (بروکفیلد، کانادا، اسپیندل: ULA، متوسط سرعت چرخش: ۸۱/۸ rpm) برای این منظور استفاده شد. رنگ در نمونه‌های قهوه تازه تهیه شده و خنک شده تا دمای ۲۰±۳°C، توسط دستگاه هانترلب (ColorFlex EZ، آلمان) و بر اساس تعیین سه فاکتور L^*، a^*، b^* اندازه‌گیری شد.

ارزیابی حسی

میزان پذیرش انواع قهوه بر اساس فاکتورهای رنگ، عطر، غلظت، شدت تلخی، شدت اسیدی بودن توسط ۱۰ نفر ارزیاب حسی آموزش دیده و آشنا با عطر و طعم قهوه و بر اساس آزمون ۵ نقطه‌ای هدونیک (۱: غیرقابل قبول، ۲: رضایت بخش، ۳: متوسط، ۴: خوب، ۵: عالی) انجام گرفت. نتایج آزمون حسی با روش تحلیل عملکرد و اهمیت (IPA)[5] بررسی شدند. همچنین از روش تصمیم‌گیری سازشی (TOPSIS)[6] برای بررسی کارایی و اثربخشی قهوه استفاده شد. روش‌های تصمیم‌گیری متعددی برای تجمیع نظر ارزیابان (افراد خبره و آموزش دیده) در رابطه با کارایی و اثربخشی یک محصول وجود دارد. یکی از این روش‌ها، روش تصمیم‌گیری سازشی است که مبنای آن ایجاد دو نمونه فرضی و سنجش فاصل هندسی هر نمونه واقعی از نمونه فرضی است. از جمله روش‌های سازشی میتوان به روش TOPSIS اشاره کرد که به دلایل متعدد برای این منظور انتخاب شده است مانند: سادگی و سرعت در محاسبات، طراحی پرسش‌نامه کوتاه، توسعه‌پذیری بالا. همچنین با توجه به این‌که از روش تحلیل IPA نیز برای آنالیز نتایج استفاده شده است، ترجیح بر این بود که تنها یک پرسش‌نامه در اختیار ارزیابان قرار گیرد و روش TOPSIS این ظرفیت را ایجاد نمود. با توجه به اینکه هدف تولید یک نوشیدنی با شباهت زیاد به قهوه عربیکا بود، پارامترهای رنگ، عطر و غلظت به‌عنوان پارامترهای تاثیرگذار در نظر گرفته شدند.

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

کلیه آزمون‌های فیزیکی و شیمیایی در سه تکرار انجام شدند و نتایج تحت تجزیه و تحلیل واریانس قرار گرفتند. مقایسه میان میانگین داده‌های آزمایشی با آزمون دانکن در سطح اطمینان ۵ درصد انجام شد. نتایج با نرم‌افزار SPSS 22 (۲۰۱۴) آنالیز شده و نمودارها با استفاده از نرم افزار Excel ترسیم شدند.

نتایج و بحث

تاثیر افزودن هسته خرما بر محتوای چربی و پروتئین انواع قهوه

در جدول ۱، مقدار چربی و پروتئین انواع قهوه نشان داده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، پودر برشته دانه عربیکا از لحاظ میزان

1 1,1-Diphenyl-2-picrylhydrazyl
2 Diphenylpicryl hydrazine
3 Ferric reducing-antioxidant power
4 Fe^{2+}-tripyridyltriazine

5 Importanace-Performance Analysis (IPA)
6 Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS)

چربی (۱/۷۰ ±۱۲/۳۰ درصد) و پروتئین (۰/۶۰± ۱۳/۰۰ درصد) بر هسته خرمای برشته شده (۱/۳۳± ۱۰/۵۴ درصد چربی، ۱/۲۵± ۸/۱۶ درصد پروتئین) برتری دارد. سایر محققین نیز میزان چربی دانه عربیکای برشته شده را در حدود ۱۵-۱۴ درصد برآورد کردند (Araújo and Sandi, 2007). البته به مقادیر ۱۲-۸ درصد که در محدوده داده‌های این پژوهش قرار دارد نیز در منابع مختلف اشاره شده است (Dong et al., 2017). از لحاظ میزان پروتئین، انواع دانه‌های قهوه برشته شده تجاری در حدود ۱۴ درصد پروتئین دارند (Oliveira et al., 2006). در رابطه با هسته خرما نیز میزان چربی و پروتئین به‌ترتیب در محدوده‌ی ۹-۸ و ۱۴-۸ درصد (Babiker et al., 2020) و یا حتی مقادیر کمتر (۷/۹۵- ۸/۳۳ درصد چربی، ۵/۸۵-۵/۳۱ درصد پروتئین) قرار دارد (Saafi et al., 2008).

جدول ۱- تاثیر استفاده از پودر هسته خرما بر محتوای چربی و پروتئین انواع قهوه

Table 1– The effect of using date seed powder on lipid and protein content of the coffee brews

Powders پودرها	Protein* (g/100 g) پروتئین	Lipid *(g/100 g) چربی
Roasted arabica coffee **پودر قهوه عربیکای برشته**	13.00±0.60[A]	12.30±1.70[A]
Roasted date seeds **پودر هسته خرمای برشته**	8.16±1.25[B]	10.97±1.33[B]
The composition of the powder used to prepare the brews **ترکیب انواع قهوه جوشیده**	**Protein* (mg/100 mL)** **پروتئین**	**Lipid *(mg/100 mL)** **چربی**
100% coffee arabica (A100) **قهوه ۱۰۰ درصدی دانه عربیکا (A100)**	956.75±116.89[a]	330.67±44.96[a]
10% date seed (D10) **قهوه ۱۰ درصدی هسته خرما (D10)**	820.67±84.72[b]	297.08±54.95[b]
35% date seed (D35) **قهوه ۳۵ درصدی هسته خرما (D35)**	638.00±88.15[c]	272.11±43.54[c]
50% date seed (D50) **قهوه ۵۰ درصدی هسته خرما (D50)**	545.50±70.24[d]	221.45±35.36[d]
100% date seed (D100) **قهوه ۱۰۰ درصدی هسته خرما (D100)**	149.00±5.66[e]	192.61±31.05[e]

* حروف متفاوت در هر ستون بیانگر تفاوت معنی‌دار بین تیمارها در سطح ۹۵ درصد است ($p \leq ۰/۰۵$).

*Different upper and lowercase letters represents differences among powder and brews in the same column at a confidence level of 95%, respectively).

بررسی انواع نوشیدنی قهوه نیز نشان داد که افزایش درصد هسته خرما، کاهش سریع و قابل توجه ($p \leq ۰/۰۵$) میزان چربی و پروتئین را در نوشیدنی به دنبال داشت به‌نحوی که بیشترین میزان چربی و پروتئین در A100 و کمترین مقادیر در D100 مشاهده شد. این تفاوت در میزان چربی و پروتئین می‌تواند با نرخ استخراج ترکیبات از دو ساختار متفاوت نیز در ارتباط باشد. منظور از نرخ استخراج مقدار آنالیت یا ترکیب است که از مقدار مشخص و یکسان پودر دانه عربیکا، هسته خرما یا ترکیب آن‌ها طی فرایند دم کردن و تهیه قهوه استخراج شده است. نتایج بیانگر بالاتر بودن نرخ استخراج چربی از پودر دانه عربیکا به نوشیدنی قهوه (۳/۶۶± ۲۶/۸۸ درصد) در مقایسه با هسته خرما (۲/۸۳± ۱۷/۵۱ درصد) بود. در رابطه با پروتئین نیز وضعیت مشابهی را شاهد بودیم به‌نحوی که نرخ استخراج پروتئین در A100 معادل ۹/۰۰± ۷۳/۶۲ درصد و در D100 معادل ۰/۶۹± ۱۸/۲۵ درصد تخمین زده شد. در نتیجه به دلیل محتوای کمتر چربی و پروتئین در پودر برشته هسته خرما و نیز پایین‌تر بودن نرخ استخراج ترکیبات از هسته خرما، با افزایش میزان هسته خرما، میزان چربی و پروتئین در قهوه نهایی کاهش یافت.

تاثیر افزودن هسته خرما بر میزان کافئین انواع قهوه

آنالیز آماری بیانگر اختلاف معنادار میزان کافئین در بین تمامی قهوه‌های تولید شده بود ($p \leq ۰/۰۵$). اگرچه پیک کافئین در قهوه هسته خرما مشاهده شد، ولی به دلیل کوچک بودن پیک حاصله که بیانگر حضور مقادیر اندک این ترکیب در قهوه هسته خرما است، افزودن این ترکیب به قهوه عربیکا منجر به کاهش کافئین انواع قهوه شد (جدول ۲). بیشترین مقدار کافئین در A100 (۷۶/۵۱± ۴/۳۳ mg/۱۰۰ mL) مشاهده شد. درحالیکه مقدار کافئین در D100 کمتر از حد قابل تشخیص برآورد گردید. در نتیجه، قهوه حاصل از هسته خرما این

پتانسیل را دارد که امکان لذت بردن از عطر و طعم یک نوشیدنی سالم را برای افراد حساس به کافئین فراهم آورد. کافئین یک ترکیب شیمیایی محلول در آب است (۱۶ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر در آب ۲۵°C) که در قهوه به مقدار زیاد یافت می‌شود (Angeloni et al., 2019). نتایج این پژوهش با یافته‌های تحقیق Jeon و همکاران (۲۰۱۹) همخوانی داشت. آن‌ها میزان کافئین انواع قهوه را از ۸ تا ۱۶۶ میلی‌گرم در هر فنجان گزارش کردند (Jeon *et al*., 2019). در پژوهشی دیگر میزان کافئین قهوه جوشیده حاصل از مخلوط کردن ۷/۵ گرم دانه عربیکا با ۱۰۰ میلی‌لیتر آب جوش، ۳/۰۳ ±۴۵/۷ mg/۱۰۰ mL گزارش شد. بیشتر بودن میزان کافئین پژوهش حاضر با بیشتر بودن نسبت پودر به آب (۱۰ گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر) جهت تهیه نوشدنی قهوه، قابل توجیه است.

جدول ۲- تاثیر استفاده از پودر هسته خرما بر محتوای کافئین و آکریل‌آمید انواع قهوه

Table 2– The effect of using date seed powder on acrylamide and caffeine content of the coffee brews

The composition of the powder used to prepare the brews ترکیب انواع قهوه جوشیده	Acrylamide (µg/100 mL)* آکریل آمید	Caffeine (mg/100 mL)* کافئین
100% coffee arabica (A100) قهوه ۱۰۰ درصدی دانه عربیکا (A100)	5.06±0.48[a]	76.51±4.33[a]
10% date seed (D10) قهوه ۱۰ درصدی هسته خرما (D10)	4.5±0.56[a]	65.06±1.82[b]
35% date seed (D35) قهوه ۳۵ درصدی هسته خرما (D35)	3.74±0.32[b]	58.20±2.92[c]
50% date seed (D50) قهوه ۵۰ درصدی هسته خرما (D50)	3.60±0.46[b]	45.59±2.68[d]
100% date seed (D100) قهوه ۱۰۰ درصدی هسته خرما (D100)	1.71±0.33[c]	≤LOD

* حروف متفاوت در هر ستون بیانگر تفاوت معنی‌دار بین تیمارها در سطح ۹۵ درصد است ($p \leq$ ۰/۰۵).

*Different lowercase letters represents differences among brews in the same column at a confidence level of 95%.

تاثیر افزودن هسته خرما بر میزان آکریلامید انواع قهوه

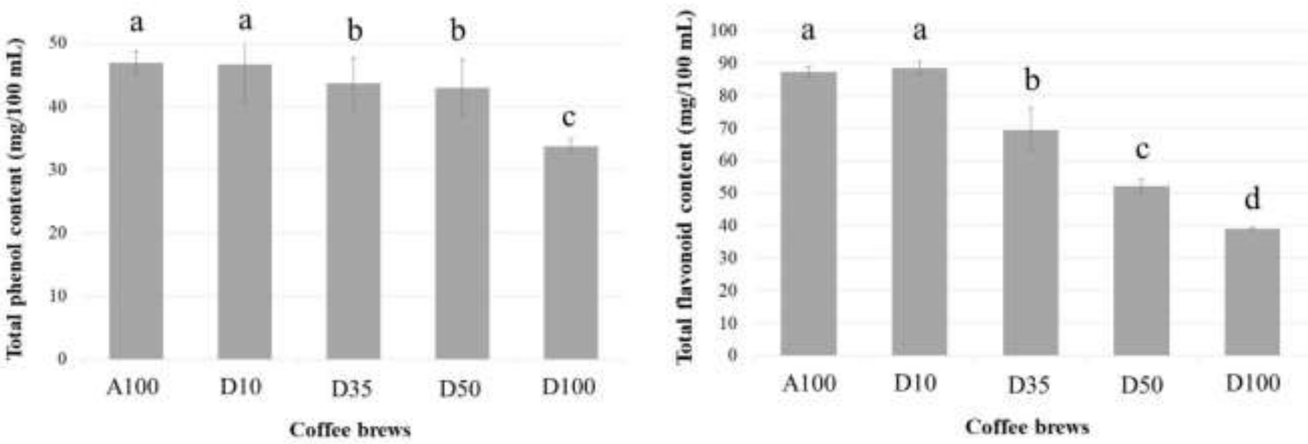
بر اساس داده‌های آزمایشی جدول ۲، افزودن پودر هسته خرما به پودر دانه‌های عربیکا می‌تواند باعث کاهش میزان آکریل‌آمید در نوشیدنی نهایی شود. نتایج بیانگر حضور مقادیر کمتر آکریل‌آمید در D100 (۱/۷۱ ± ۰/۳۳ µg/۱۰۰ mL) نسبت به A100 (µg/۱۰۰ mL ۵/۰۶±۰/۴۸) بودند به‌طوریکه با افزایش درصد هسته خرما در ترکیب با دانه‌های عربیکا، مقدار آکریل‌آمید نیز با شیبی ملایم کاهش یافت. با این وجود، A100 و D10، تفاوت قابل توجهی از لحاظ میزان آکریل‌آمید نشان ندادند. همچنین اختلاف میان D35 و D50 از لحاظ آماری معنادار گزارش نشد (p>۰/۰۵). محتوای آکریل‌آمید نمونه‌های پژوهش حاضر (۰۶/‏۵-۱/۷۱ میکروگرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر) با مقالات همخوانی داشت به نحوی که مقادیر ۳/۶ -۱/۱، ۸ -۷ µg/۱۰۰ mL و ۲/۸ -۱/۰ در قهوه اسپرسو، آمریکایی و فیلتر شده (همگی حاصل از دانه قهوه) در مقالات گزارش شده است (Galuch *et al*., 2019). هیچ داده‌ای در رابطه با میزان آکریل‌آمید در هسته خرمای برشته شده در مقالات یافت نشد. آکریل‌آمید طی برشته کردن دانه‌هایی مانند قهوه از واکنش میان قندهای کاهنده و آمینواسیدها، خصوصاً آسپارژین، به‌وجود می‌آید (Endeshaw and Belay, 2020). تحقیقات نشان داده است که افزایش زمان و دمای برشته کردن می‌تواند باعث تجزیه آکریل‌آمید شود. در تحقیق Bagdonaite و همکاران (۲۰۰۸)، بیشترین میزان آکریل‌آمید در دمای ۲۲۰C و زمان ۵ دقیقه مشاهده شد. با شدت بخشیدن به فرآیند برشته کردن و افزیش زمان تا ۱۵ دقیقه، مقدار آکریل‌آمید به شکل قابل توجهی کاهش یافت و در دمای بالای ۲۶۰°C، آکریل‌آمید کاملاً تجزیه شد. علاوه بر این دمای بالا می‌تواند باعث تجزیه‌ی آسپارژین شود که خود دلیل دیگری بر کاهش تشکیل آکریل‌آمید در دمای بالاست (Bagdonaite *et al*., 2008). بررسی پارامترهای رنگ پودر برشته دانه عربیکا و پودر برشته هسته خرما بیان‌گر بالاتر بودن درجه برشتگی پودر هسته خرما نسبت به پودر دانه برشته عربیکا بودند که می‌تواند دلیلی بر محتوای کمتر آکریل‌آمید آن نیز باشد.

تاثیر افزودن هسته خرما بر محتوای فنول و فلاونوئید انواع قهوه

همان‌طور که در شکل ۱- A نشان داده شده است، اگرچه میزان فنول کل در A100 (۴۶/۹۶ ± ۱/۸۲ mg/۱۰۰ mL) به‌طور معنی‌داری بیشتر از D100 (۳۳/۷۵ ± ۱/۰۴ mg/۱۰۰ mL) بود ولی تفاوت معنی‌داری میان A100 و D10، مشاهده نشد. همچنین تفاوت میان D35 و D50 معنی‌دار گزارش نشد (p >۰/۰۵). این نتایج بیانگر غنی

بودن هسته خرما از انواع ترکیبات فنولی است. به این ترتیب که با جایگزین کردن دانه برشته عربیکا با پودر برشته هسته خرما، محتوای فنولی نوشیدنی نهایی چندان دستخوش تغییر نخواهد شد، اگرچه تغییر در نوع ترکیبات فنولی محتمل است. محتوای پلی‌فنولی در قهوه جوشیده حاصل از دانه عربیکا mg/۱۰۰ mL ۳/۳۹ ±۹۲/۴۴ گزارش شده است (Górecki and Hallmann, 2020). در تحقیقی دیگر، مقدار mg/۱۰۰ mL ۱/۱۴ ±۴۴/۲۴ برای محتوای فنولی قهوه فرانسوی تهیه شده با دانه‌های عربیکا بدست آمد (Pérez-Hernández *et al.*, 2012). نتایج ما با نتایج Fikry و همکاران (۲۰۱۹) مطابقت داشت که مقدار mg/۱۰۰ mL ۲۳/۴۳ فنول را برای قهوه حاصل از هسته برشته خرما گزارش کردند. در مطالعات مختلف، مقادیر بسیار متفاوتی برای محتوای فنول کل پودر هسته خرما گزارش شده است. به‌عنوان مثال مقادیر mg/g ۵/۹۵ –۵/۸۵ (Babiker *et al.*, 2020)، mg/g ۰/۱ ± ۸/۲۰ (Ghnimi *et al.*, 2015)، mg/g ۳۸/۸ (Abdelaziz and Ali, 2014) و mg/g ۲۰ (Bijami *et al.*, 2020) در مقالات بیان شده‌اند که بعضاً از محتوای فنول کل دانه عربیکا کمتر هستند. اما تحقیقات در زمینه قهوه حاصل از پودر هسته خرمای برشته شده اندک بوده است (Fikry *et al.*, 2019b).

A) **B)**



شکل ۱ - تاثیر استفاده از پودر هسته خرما بر A) محتوای فنول کل و B) فلاونوئید کل در ۱۰۰ میلی‌لیتر انواع قهوه

Fig. 1. The effect of using date seed powder on A) total phenol and B) total flavonoid content of the coffee brews

محتوای فلاونوئید D100 (mg/۱۰۰ mL ۰/۳۳ ± ۳۹/۱۵) تفاوت قابل توجهی با A100 (mg/۱۰۰ mL ۱/۵۰ ± ۸۷/۲۶) داشت. اگرچه اختلاف معنی‌داری بین A100 و D10 مشاهده نگردید ($p > 0.05$)، ولی جایگزینی پودر دانه‌ی عربیکا با پودر هسته خرمای برشته باعث کاهش قابل توجه ترکیبات فلاونوئیدی نوشیدنی قهوه نهایی شد. نکته قابل ذکر این است که در پژوهش حاضر و با توجه به پارامترهای رنگ (جدول ۴) مشخص شد که درجه برشته کردن هسته خرما از دانه‌های قهوه عربیکا بیشتر بوده است. برشته کردن شدید می‌تواند تاثیر قابل توجهی بر کاهش محتوای فنول و فلاونوئید کل داشته باشد. در پژوهش حاضر، نتایج بیانگر بیشتر بودن میزان فلاونوئید کل در مقایسه با فنول کل بودند. اگرچه داده‌ای در رابطه با قهوه هسته خرما و محتوای فلاونوئید کل آن یافت نشد ولی نتایج برخی محققین نیز نشانگر بالاتر بودن محتوای فلاونوئید پودر هسته خرما در مقایسه با فنول است. از این میان می‌توان به نتایج Abdelaziz و همکاران (۲۰۱۴) اشاره کرد که در آن محتوای فلاونوئید پودر هسته خرما (mg/g ۸۷/۸۶) از محتوای فنول آن (mg/g ۳۸/۸) بیشتر بود. یافته‌ها با نتایج Bijami و همکاران (۲۰۲۰) در تضاد بود. آن‌ها محتوای فلاونوئید کل را در هسته خرما mg/g ۵ گزارش کردند که به مراتب از میزان فنول کل (mg/g ۲۰) نمونه‌های مورد آزمایش کمتر بود.

تاثیر افزودن هسته خرما بر خواص آنتی‌اکسیدانی انواع قهوه

آزمون مهار رادیکال آزاد DPPH یکی از روش‌های سریع و در عین حال مناسب برای سنجش فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره‌های گیاهی است (Cerretani and Bendini, 2010). قدرت انواع نوشیدنی قهوه در مهار رادیکال DPPH در محدوده ۸۸/۹۰ –۷۲/۷۰ درصد قرار داشت. بیشترین و کمترین درصد مهار رادیکال آزاد DPPH، به‌ترتیب در D100 و A100 گزارش شد. نتایج این بخش نشان داد اگرچه قهوه حاصل از هسته خرما محتوای فنول و فلاونوئید کمتری نسبت به قهوه حاصل از دانه عربیکا دارد، ولی قدرت آنتی‌اکسیدانی آن بالا است.

جدول ۳- تاثیر استفاده از پودر هسته خرما بر خواص آنتی‌اکسیدانی انواع قهوه

Table 3– The effect of using date seed powder on antioxidant properties of coffee brews

The composition of the powder used to prepare the brews ترکیب انواع قهوه جوشیده	FRAP* (mmol Fe II/100 mL)	DPPH* (% of free radical scavenging)
100% coffee arabica (A100) قهوه ۱۰۰ درصدی دانه عربیکا (A100)	3.11±0.14[a]	72.70±0.49[d]
10% date seed (D10) قهوه ۱۰ درصدی هسته خرما (D10)	1.74±0.10[cd]	75.33±0.12[c]
35% date seed (D35) قهوه ۳۵ درصدی هسته خرما (D35)	2.07±0.13[b]	82.58±0.70[b]
50% date seed (D50) قهوه ۵۰ درصدی هسته خرما (D50)	1.96±0.10[bc]	83.13±0.66[b]
100% date seed (D100) قهوه ۱۰۰ درصدی هسته خرما (D100)	1.57±0.07[d]	88.90±0.29[a]

* حروف متفاوت در هر ستون بیانگر تفاوت معنی‌دار بین تیمارها در سطح ۹۵ درصد است ($p \leq$ ۰/۰۵).

*Different lowercase letters represents differences among brews in the same column at a confidence level of 95%

نتایج ما با یافته‌های حاصل از سایر پژوهش‌ها همخوانی داشت. Fikry و همکاران (۲۰۱۹a) کمترین (۴۰/۵۶ درصد) و بیشترین (۸۱/۷۱ درصد) فعالیت مهارکنندگی را در قهوه حاصل از هسته خرمای برشته به ترتیب با درجه برشتگی پایین (۱۶۰°C، ۱۰ دقیقه) و برشتگی بالا (۲۰۰°C، ۳۰ دقیقه) گزارش کردند. قدرت مهارکنندگی رادیکال DPPH در دانه‌های برشته شده در ۲۰۰°C به مدت ۲۰ دقیقه (تقریبا مشابه شرایط برشته کردن در پژوهش حاضر)، معادل ۸۰/۴۸ درصد گزارش شد (Fikry *et al.*, 2019a). Babiker و همکاران (۲۰۲۰) نیز بیشترین قدرت مهارکنندگی رادیکال DPPH یعنی ۴۷ درصد را در هسته‌های خرما با برشتگی زیاد (۲۲۰ ± ۲۰C دقیقه) مشاهده کردند. در تحقیقی دیگر قدرت مهارکنندگی رادیکال DPPH در انواع هسته خرمای برشته شده بین ۶۴/۹۰ تا ۷۱/۱۰ درصد و برای دانه برشته عربیکا ۷۳ درصد گزارش شد (Ghnimi *et al.*, 2015). فعالیت آنتی‌اکسیدانی به ترکیبات موجود در ماده غذایی بستگی دارد. تحقیقات نشان داده‌اند که ترکیبات فنولی موجود در دانه سبز قهوه مانند اسیدهای کلروژنیک عامل اصلی در بروز فعالیت‌های آنتی‌اکسیدانی هستند. با این وجود دانه‌های برشته قهوه نیز خواص آنتی‌اکسیدانی بالایی دارند که غالباً به حضور فرآورده‌های واکنش میلارد مانند ملانوئیدین‌ها و ترکیبات فرار هتروسیکلیک نسبت داده می‌شود (Budryn *et al.*, 2009). طبق نتایج Fikry و همکاران (۲۰۱۹a)، با افزایش درجه برشته کردن تا یک حد خاص و به تبع آن تولید بیشتر این ترکیبات، احتمال افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی وجود دارد. در پژوهش حاضر علی‌رغم کم‌تر بودن میزان ترکیبات فنولی و فلاونوئیدی قهوه حاصل از هسته خرمای برشته نسبت به قهوه حاصل از دانه‌های عربیکا، بالا بودن قدرت مهارکنندگی رادیکال DPPH را می‌توان با بیشتر بودن درجه برشتگی هسته‌های خرما توجیه کرد. لازم به ذکر است که در رابطه با نقش فرایند برشته کردن و تاثیر آن بر فعالیت آنتی‌اکسیدانی بین پژوهش‌های علمی اختلاف نظر وجود دارد. این اختلاف‌ها ناشی از پیچیدگی واکنش‌هایی است که طی فرایند برشته کردن دانه‌ها با ساختارهای شیمیایی مختلف روی می‌دهد (Muñoz *et al.*, 2020).

در رابطه با آزمون FRAP، یافته‌ها نشان داد که قدرت نمونه A100 برای احیای آهن III تقریباً ۲/۵ برابر D100 بود. نتایج پژوهش حاضر با تحقیق Ghnimi و همکاران (۲۰۱۵) که قدرت احیاکنندگی قهوه حاصل از دانه‌ی عربیکا (۸/۸۷ g Tannic acid eq./۱۰۰g) را حدودا ۳ برابر بیشتر از قهوه حاصل از هسته خرما (۲/۹۱ g Tannic acid eq./۱۰۰g) گزارش کرده بودند، مطابقت داشت. در تحقیقی دیگر، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی عصاره آبی (۲ گرم در ۲۰ میلی‌لیتر) انواع قهوه حاصل از دانه‌ی عربیکا با درجه برشتگی متفاوت، ۳/۰-۴/۵ mmol Fe II/L گزارش شد (Hečimović *et al.*, 2011). همان طور که قبلا نیز ذکر شد، این تفاوت بین خواص آنتی‌اکسیدانی می‌تواند به دلیل اختلاف در ترکیب شیمیایی دانه‌ها و شدت برشتگی آن‌ها باشد. لازم به ذکر است که قدرت احیاکنندگی آهن III و مهار رادیکال آزاد DPPH با هم همخوانی نداشتند. این تفاوت می‌تواند به تفاوت ماهیت این دو آزمون در بررسی خواص آنتی‌اکسیدانی مربوط باشد که خود تحت تاثیر ترکیب شیمیایی نمونه مورد مطالعه قرار دارد. مکانیسم قدرت آنتی‌اکسیدانی بر اساس احیای آهن III، بیش از انتقال اتم هیدروژن بر اساس انتقال الکترون است. این روش، ترکیبات با پتانسیل اکسایش (< ۷۰۰ mV) را شناسایی می‌کند. FRAP در

تشخیص ترکیباتی که به روش فرو نشاندنگی رادیکال[1] (انتقال هیدروژن) عمل می‌کنند، به‌ویژه تیول‌ها و پروتئین‌ها، ناتوان است (Cerretani and Bendini, 2010).

تاثیر افزودن هسته خرما بر رنگ، ویسکوزیته و pH انواع قهوه

رنگ یکی از پارامتر بسیار مهم در کنترل فرایند برشته کردن قهوه به شمار می‌رود. پارامتر *L معرف میزان سیاهی و سفیدی نمونه است. پارامتر *a شدت رنگ سبز تا قرمز نمونه را نشان می‌دهد و پارامتر *b نیز بیانگر شدت ظهور رنگ آبی یا زرد در نمونه است (Bicho *et al.*, 2012). داده‌های مربوط به رنگ انواع پودر و نوشیدنی قهوه در جدول ۴ نشان داده شده است. نتایج نشان داد که مقدار *L در پودر دانه عربیکا (۲۲/۱۲± ۰/۳۸) به شکل قابل توجهی بیشتر از پودر هسته خرما (۱۵/۴۰± ۰/۰۲) است. این کاهش بیانگر بالاتر بودن درجه برشتگی هسته خرما نسبت به دانه عربیکا است. بر اساس منابع، مقادیر ۳۵ ≤ *L معرف قهوه با برشتگی[2] کم، ۲۵≤ *L ≤۳۵ معرف برشتگی متوسط و ۲۵ ≥*L معرف قهوه با برشتگی زیاد است (Sacchetti *et al.*, 2009). بنابراین هر دو نمونه مورد مطالعه برشتگی نسبتاً بالایی دارند اما درجه برشتگی در پودر هسته خرما بیشتر است.

جدول ٤- تاثیر استفاده از پودر هسته خرما بر پارامترهای رنگی، ویسکوزیته و pH در انواع قهوه

Table 4– The effect of using date seed powder on color parameters, viscosity and pH of coffee brews

	Color parameters پارامترهای رنگ				
Powders پودرها	**L***	**a***	**b***		
Roasted arabica coffee پودر قهوه عربیکای برشته	22.12±0.38^{A}	10.17±0.48^{A}	14.51±1.91^{A}		
Roasted date seeds پودر هسته خرمای برشته	15.40±0.02^{B}	3.85±0.05^{B}	4.94±0.03^{B}		
The composition of the powder used to prepare the brews ترکیب انواع قهوه جوشیده	**L***	**a***	**b***	**Viscosity (mPa.s) ویسکوزیته**	**pH**
100% coffee arabica (A100) قهوه ۱۰۰ درصدی دانه عربیکا (A100)	2.22±0.07^{c}	2.90±0.11^{d}	2.45±0.069^{c}	0.93±0.01^{a}	5.70±0.02^{a}
10% date seed (D10) قهوه ۱۰ درصدی هسته خرما (D10)	2.64±0.03^{c}	3.26±0.01^{c}	2.94±0.04^{c}	0.90±0.02^{b}	5.65±0.02^{a}
35% date seed (D35) قهوه ۳۵ درصدی هسته خرما (D35)	4.19±0.01^{b}	4.62±0.01^{b}	4.93±0.08^{b}	0.90±0.01^{b}	5.41±0.01^{b}
50% date seed (D50) قهوه ۵۰ درصدی هسته خرما (D50)	4.57±0.04^{b}	5.42±0.11^{b}	5.37±0.02^{b}	0.89±0.02^{b}	5.27±0.01^{b}
100% date seed (D100) قهوه ۱۰۰ درصدی هسته خرما (D100)	10.35±0.05^{a}	10.62±0.04^{a}	12.05±0.04^{a}	0.86±0.02^{c}	4.45±0.02^{c}

** حروف متفاوت در هر ستون بیانگر تفاوت معنی‌دار بین تیمارها در سطح ۹۵ درصد است ($p \leq$ ۰/۰۵).

** Different upper and lowercase letters represents differences among powder and brews in the same column at a confidence level of 95%, respectively

در تحقیق Fikry و همکاران (۲۰۱۹b) میزان پارامتر *L برای پودر هسته خرما با درجه برشتگی زیاد، ۲۲/۰۳ به‌دست آمد. مقادیر *a و *b به‌ترتیب ۲۰/۰۲ و ۲۴/۷۰ گزارش شدند که از داده‌های حاصل از تحقیق حاضر بیشتر بودند. با این حال، بعد از تهیه قهوه جوشیده، بیشترین میزان *L یا به عبارتی روشن‌ترین نمونه، به D100 تعلق داشت و تیره‌ترین نوشیدنی قهوه نیز از A100 حاصل شد. این تفاوت در رنگ نوشیدنی در ارزیابی حسی نیز به وضوح قابل رؤیت بود. همچنین در قهوه حاصل از هسته خرمای برشته، پارامترهای *a و *b در مقایسه با پودر مورد استفاده جهت تهیه قهوه، افزایش یافتند. در حالیکه در قهوه حاصل از دانه‌های برشته عربیکا، پارامترهای *a و *b کاهش نشان دادند. این اختلاف در پارامترهای رنگ بین انواع نوشیدنی قهوه را می‌توان با در نظر گرفتن ماهیت متفاوت ترکیبات رنگی ایجاد شده و نیز تفاوت در نرخ استخراج آن‌ها از پودر قهوه/ هسته خرما قابل توجیه کرد.

1 Radical quenching

2 Roast

طبق یافته‌های این پژوهش، میزان ویسکوزیته با افزایش میزان درصد هسته خرما به تدریج کاهش یافت. A100 با ویسکوزیته ۰/۹۳ mPa.s بیشترین ویسکوزیته را به‌خود اختصاص داد. نتایج ما تا حدی با یافته‌های Parenti و همکاران (۲۰۱۴) که ویسکوزیته انواع قهوه اسپرسو را ۱/۳۳-۴/۴۴ mPa.s گزارش کردند، همخوانی داشت. ویسکوزیته قهوه فیرِنزه[1] که یکی از انواع قهوه‌های تهیه شده تحت فشار بالا است نیز در محدوده ۱/۴۰-۱/۷۲ mPa.s گزارش شده است. بیشتر بودن ویسکوزیته در قهوه اسپرسو نسبت به سایر انواع قهوه قابل توجیه است چراکه اسپرسو در حجم کم (غلظت بالای ترکیبات در واحد حجم) و تحت فشار استخراج می‌شود (Orecchio *et al.*, 2019). ویسکوزیته بالا با خاصیت خامه‌ای[2] قهوه در ارتباط است. معمولاً با افزایش ترکیبات جامد خصوصاً چربی، ویسکوزیته قهوه نیز افزایش می‌یابد (Parenti *et al.*, 2014). در پژوهش حاضر، کاهش تدریجی ویسکوزیته همگام با افزایش درصد هسته خرما را می‌توان به کمتر بودن نرخ استخراج ترکیبات از هسته خرما نسبت داد.

همان‌طور که در جدول ۴ نشان داده شده است، نتایج بیانگر تفاوت قابل توجه قهوه عربیکا و هسته خرما از لحاظ pH بودند ($p \leq ۰/۰۵$)، به‌نحوی که با افزایش مقدار پودر هسته خرما، میزان pH قهوه تهیه شده به شکل تدریجی کاهش یافت. نتایج Ghnimi و همکاران (۲۰۱۵) نیز مقدار pH را در نمونه‌های قهوه تهیه شده از هسته خرمای برشته ۴/۸-۴/۶ گزارش کردند. در تحقیق Fikry و همکاران (۲۰۲۰)، میزان pH انواع قهوه تهیه شده از هسته خرمای برشته، در حدود ۴/۹۷ گزارش شد که با افزایش زمان ماندگاری، روند کاهشی به خود گرفت. در تحقیق دیگر Fikry و همکاران (۲۰۱۹b)، میزان pH قهوه هسته خرما بسته به درجه برشته شدن بین ۴/۹۰ الی ۵/۶۷ در نوسان بود. آن‌ها pH پایین انواع قهوه را با حضور اسیدهای آلی و سایر فرآورده‌های اسیدی ناشی از واکنش میلارد توجیه کردند. نتایج پژوهش حاضر با یافته‌های سایر محققین که میزان pH قهوه جوشیده و اسپرسو را به‌ترتیب در محدوده ۵/۷۹ -۵/۶۱ (Moon *et al.*, 2009) و ۵/۳۲ -۵/۰۵ (Parenti *et al.*, 2014) گزارش کردند، مطابقت داشت.

ارزیابی حسی انواع قهوه

نظریه‌پردازان آمریکایی در دانش مدیریت چهار ویژگی را اصل و اساس مدیریت مطلوب می‌دانند که یکی از آن‌ها پذیرفتن ادراکات و انتظارات مشتری به‌عنوان اصلی‌ترین عامل تعیین‌کننده کیفیت است و مشتریان محصول را با مقایسه ادراک خود از محصول و انتظار خود از آن محصول ارزیابی می‌کنند بنابراین یکی از مهم‌ترین اصول برای ساخت یک محصول خوراکی مناسب استفاده استخراج ادراکات و انتظارات مشتری از آن محصول است برای انجام این کار دو مسیر کلی وجود دارد: الف) استفاده از تکنیک‌های آماری و داده محور ب) استفاده از تکنیک‌های مدیریتی خبره محور.

استفاده از تکنیک‌های آماری ممکن است در مواقعی نتایج بهتری را ارائه دهد اما چند ضعف دارد، به عنوان مثال، وقت‌گیر و هزینه‌بر است، انتخاب یک نمونه آماری با جمعیت و قابلیت اطمینان بالا کار نسبتا مشکلی است و احتمال وقوع خطا در انتخاب نمونه مناسب انسانی وجود دارد، حصول اطمینان کامل از روایی و پایایی داده‌ها با توجه به جهان پویای امروز مشکل است. در اینجا است که روش‌های خبره محور کاربرد خودشان را نشان می‌دهند، یکی از این روش‌ها روش IPA است، این روش یک روش کم هزینه و آسان و قابل فهم جهت سازماندهی اطلاعات درباره ویژگی‌های یک محصول است. IPA یک ابزار مدیریتی مشهور است که در سال‌های اخیر برای شناسایی نقاط قوت و ضعف محصولات در تجارت استفاده می‌شود. در این روش یک پرسشنامه به فرد خبره داده می‌شود که در آن شاخص‌های کیفی مؤثر بر محصول قرار دارد و از فرد خبره خواسته می‌شود که از بین ۱ تا ۵ به نسبت اهمیتی که آن شاخص دارد نمره دهد، سپس از فرد خبره خواسته می‌شود که محصول را تست کند و به عملکرد محصول در هر یک از شاخص‌ها یک عدد از بین ۱ تا ۵ بدهند به عبارتی وزن هر شاخص و عملکرد محصول در آن شاخص توسط خبرگان تعیین می‌شود. در مراحل بعد نظر خبرگان تجمیع شده و محاسبات لازم انجام می‌شود، و در نهایت نتایج محاسبات که بر مبنای نظر خبرگان به‌دست آمده منتهی به یک ماتریس می‌شود که اهمیت هر شاخص و عملکرد محصول در آن شاخص را نشان می‌دهد. همچنین این روش بسته به محل قرارگیری شاخص در صفحه ماتریس، استراتژی را در قبال آن شاخص، مشخص می‌کند. مثلا اگر شاخص در سطر اول و ستون دوم قرار گیرد، یعنی آن شاخص اهمیت بالایی دارد ولی عملکرد محصول در آن شاخص پایین است و استراتژی پیشنهادی IPA در اینجا متمرکز است، به این معنا که باید روی این شاخص سرمایه‌گذاری بیشتری صورت گیرد. شایان توجه است که در این روش قیاسی بین محصولات صورت نمی‌گیرد، بلکه این روش برای پژوهشگر و یا صنعتگر مشخص می‌کند که باید روی کدام شاخص در محصول تمرکز کند تا بهینه‌ترین نتیجه را احصاء کند.

روش TOPSIS، یکی از مسائل مهم در تجارت و مدیریت تصمیم‌گیری و انتخاب مناسب‌ترین محصول برای مشتری است، که برای این کار غالبا خبرگان با یکدیگر نظرات یکسانی ندارند. در اینجا دانش ریاضیات و تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه‌ای کاربرد پیدا می‌کند تا نظرات خبرگان را تجمیع کند و بهترین محصول را انتخاب کند، یکی از روش‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه‌ای روش TOPSIS است. منطق این روش به این صورت است که در ابتدای امر دو محصول

1 Caffè Firenze

2 Creaminess

مجازی و خیالی را در نظر می‌گیرد که محصول اول در تمام شاخص‌ها بهترین امتیاز کسب کرده و محصول دوم در تمام شاخص‌ها بدترین امتیاز را کسب کرده سپس با توجه به امتیازات این دو محصول در شاخص‌های مختلف، این دو محصول در یک صفحه مختصات چند بعدی قرار می‌گیرند و در مراحل بعد، فاصله ریاضی محصولات واقعی از آن دو محصول سنجیده می‌شود، هرچه یک محصول از بدترین محصول مجازی دورتر باشد و به بهترین محصول در صفحه مختصات نزدیک‌تر باشد بر طبق محاسبات این روش امتیاز بیشتری را کسب می‌کند.

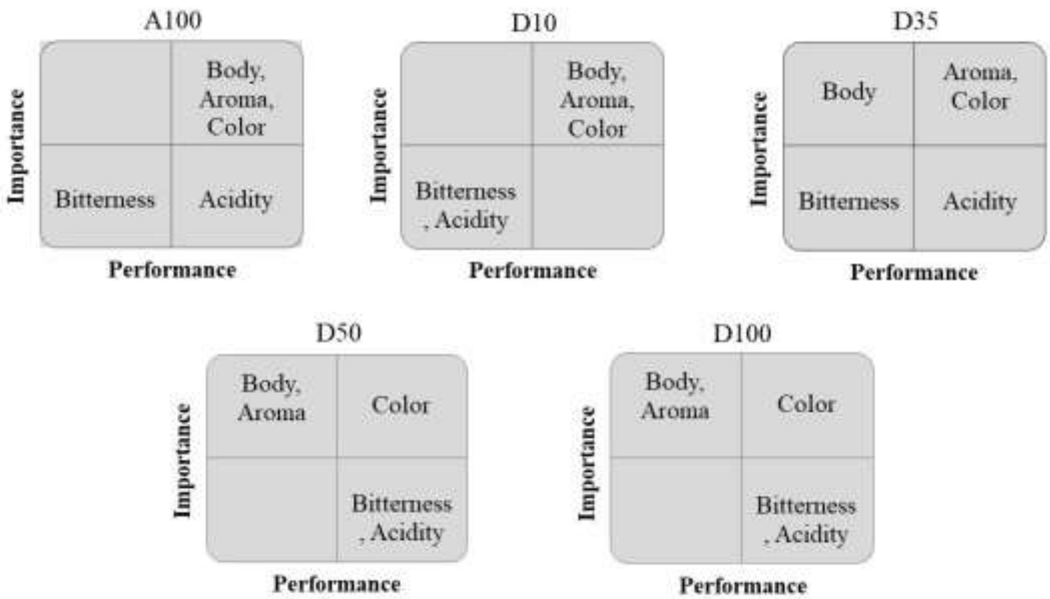
جدول ۵- رتبه‌بندی انواع قهوه بر اساس روش TOPSIS

Table 5– Ranking of coffee brews by TOPSIS method

Sample نمونه	Rank رتبه	(d-)/(d+)+(d-)=C_i*	(d+)+(d-)	Distance from (d-)* فاصله از –d	Distance from (d+)* فاصله از +d
A100	2	0.906	0.181	0.164	0.016
D10	1	0.966	0.169	0.163	0.005
D35	3	0.740	0.170	0.126	0.044
D50	4	0.405	0.169	0.068	0.100
D100	5	0.0	0.167	0.0	0.167

*+d بیانگر بهترین قهوه فرضی بر اساس شاخص‌ها؛ -d: بهترین قهوه فرضی بر اساس شاخص‌ها؛ C_i: اندازه نزدیکی نسبی نمونه‌ها به جواب ایده‌آل

*(d+) represent the best hypothetical coffee brew according to selected indicators; (d-) represent the worse hypothetical coffee brew according to selected indicators; (C_i) The relative proximity of the samples to the ideal coffee brew



شکل ۲- ماتریس تحلیل عملکرد-اهمیت (IPA)

Fig. 2. Importance performance analysis (IPA)

نتایج ارزیابی حسی این پژوهش در شکل ۲ و جدول ۵ نشان داده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود قهوه‌های A100 و D10 شباهت زیادی با هم دارند و پارامترهای مهم مانند عطر، رنگ و غلظت قهوه در محدوده مطلوبی ارزیابی شدند. قهوه D35، عطر و رنگ مطلوبی دارد ولی باید برای بهبود غلظت (بافت) راهکارهایی اندیشید. در مقابل نمونه‌های D50 و D100، فقط رنگ قابل قبولی دارند اما عطر و غلظت مطلوب نبوده و باید بهبود یابد. Fikry و همکاران (۲۰۱۹) کاهش شدت عطر در قهوه ۱۰۰ درصدی هسته خرما را با کاهش pH (افزایش شدت اسیدی بودن) مرتبط دانسته و ارتباط منفی این دو را نشان دادند. قهوه حاوی اسیدهای کلروژنیک و مشتقات آن و همچنین مقادیر بالای کافئین است که روی شدت تلخی تاثیرگذار هستند.

بر اساس شکل ۲، در قهوه تهیه شده از هسته خرمای برشته، شدت تلخی به مراتب کمتر از قهوه عربیکا ارزیابی شد. به‌نحوی که در هنگام تهیه قهوه، افزایش هسته خرما تا سطح ۳۵ درصد باعث شد تا نوشیدنی نهایی از نظر شدت تلخی بسیار مورد پسند قرار گیرد. نتایج شکل ۲ همچنین نشان داد که A100 و D10 عملکرد پایینی از لحاظ تلخی داشته‌اند و امتیاز کمی دریافت کرده‌اند اما با افزایش میزان هسته خرما نمرات مربوط به تلخی بهبود یافته و از نظر ارزیابان مطلوب ارزیابی شده است. به طور کلی رتبه‌بندی نمونه‌ها بر اساس شاخص‌های مشخص شده و اهمیت آن‌ها نشان داد که بهترین نمونه از نظر ارزیابان، قهوه D10 بوده است. بعد از آن به‌ترتیب نمونه‌های A100 و D35 در رتبه‌های بعدی قرار داشتند.

نتیجه‌گیری

در این پژوهش امکان جایگزینی پودر دانه‌های برشته عربیکا با پودر هسته خرمای برشته شده جهت تهیه قهوه مورد بررسی قرار گرفت. قهوه‌های تولید شده با ۱۰، ۳۵، ۵۰ و ۱۰۰ درصد هسته خرما با قهوه‌های تولید شده با ۱۰۰ درصد دانه عربیکا مقایسه شدند. نتایج نشان داد که جایگزینی قهوه عربیکا با هسته خرما بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی قهوه تهیه شده تاثیرگذار بود. اگرچه هسته خرما منبع قابل توجهی از چربی و پروتئین بود ولی درصد استخراج این ترکیبات از هسته خرما کمتر از دانه عربیکا ارزیابی شد. در نتیجه با افزایش هسته خرما، محتوای چربی و پروتئین در قهوه تهیه شده کاهش یافت. کافئین در D100 بسیار ناچیز و کمتر ازحد تشخیص گزارش شد. میزان آکریل‌آمید قهوه تهیه شده نیز به شکل قابل توجهی با افزایش درصد هسته خرما کاهش یافت. با این وجود تاثیر جایگزینی بر محتوای فنول کل کمتر بوده و خواص آنتی‌اکسیدانی نیز کمتر دستخوش تغییر شدند. ارزیابی حسی نیز نشان داد جایگزینی دانه عربیکا تا سطح حداکثر ۳۵ درصد می‌تواند با کاهش تلخی، پذیرش کلی قهوه را بهبود ببخشد. به‌طور کلی نتایج این تحقیق نشان داد که هسته خرما به‌عنوان یکی از مهم‌ترین ضایعات صنعت خرما که بومی کشور ایران است، می‌تواند به شکل قابل قبولی تا سطح حداکثر ۳۵ درصد جایگزین دانه عربیکا شود. جایگزینی تا این سطح منجر به تولید قهوه با مقادیر مناسبی از چربی، پروتئین و خواص آنتی‌اکسیدانی شده و علیرغم داشتن مقادیر متعادلی از کافئین برای دوستدارن این ترکیب شیمیایی، می‌تواند با کاهش تلخی، پذیرش آن را برای جامعه هدف بهبود ببخشد.

تشکر و قدردانی

تحقیق نویسنده مسئول از حمایت مالی دانشگاه فردوسی مشهد (۳/۴۸۹۸۸) برخوردار بوده است.

منابع

1. Abdelaziz, D.H.A. and Ali, S.A., (2014). The protective effect of Phoenix dactylifera L. seeds against CCl4-induced hepatotoxicity in rats. *Journal of Ethnopharmacology*, 155(1): 736-743. https://doi.org/10.1016/j.jep.2014.06.026
2. Al-Farsi, M.A. and Lee, C.Y., (2008a). Nutritional and Functional Properties of Dates: A Review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 48(10): 877-887. https://doi.org/10.1080/10408390701724264
3. Al-Farsi, M.A. and Lee, C.Y., (2008b). Optimization of phenolics and dietary fibre extraction from date seeds. *Food Chemistry*, 108: 977–985. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.12.009
4. Al-Farsi, M.A. and Lee, C.Y., 2011. Chapter 53 - Usage of Date (*Phoenix dactylifera* L.) Seeds in Human Health and Animal Feed. In: V.R. Preedy, R.R. Watson and V.B. Patel (Editors), Nuts and Seeds in Health and Disease Prevention. Academic Press, San Diego, pp. 447-452. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-375688-6.10053-2
5. Al-Rasheed, N.M. et al., (2015). Aqueous date flesh or pits extract attenuates liver fibrosis via suppression of hepatic stellate cell activation and reduction of inflammatory cytokines, transforming growth factor-B1 and angiogenic markers in carbon tetrachloride-intoxicated rats. Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine, 2015: 19. https://doi.org/10.1155/2015/247357
6. Al-Sheddi, E., (2019). Anticancer potential of seed extract and pure compound from Phoenix dactylifera on human cancer cell lines. *Pharmacognosy Magazine*, 15(63): 494-499.
7. Alves, R.C., Soares, C., Casal, S., Fernandes, J.O. and Oliveira, M.B.P.P., (2010). Acrylamide in espresso coffee: Influence of species, roast degree and brew length. *Food Chemistry*, 119(3): 929-934. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.07.051
8. Ambigaipalan, P. and Shahidi, F., (2015). Date seed flour and hydrolysates affect physicochemical properties of muffin. *Food Bioscience*, 12: 54-60. https://doi.org/10.1016/j.fbio.2015.06.001
9. Angeloni, G. et al., (2019). What kind of coffee do you drink? An investigation on effects of eight different extraction methods. *Food Research International*, 116: 1327-1335. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.10.022
10. Araújo, J.M.A. and Sandi, D., (2007). Extraction of coffee diterpenes and coffee oil using supercritical carbon dioxide. *Food Chemistry*, 101(3): 1087-1094. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.03.008

11. Babiker, E.E. et al., (2020). Bioactive compounds, minerals, fatty acids, color, and sensory profile of roasted date (Phoenix dactylifera L.) seed. *Journal of Food Processing and Preservation*, 44(7): e14495. https://doi.org/10.1111/jfpp.14495
12. Bagdonaite, K., Derler, K. and Murkovic, M., 2008. Determination of Acrylamide during Roasting of Coffee. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(15): 6081-6086. https://doi.org/10.1021/jf073051p
13. Bahrami, H., Tabrizchi, M. and Farrokhpour, H., (2013). Protonation of caffeine: A theoretical and experimental study. *Chemical Physics*, 415: 222-227. https://doi.org/10.1016/j.chemphys.2013.01.022
14. Bicho, N.C., Leitão, A.E., Ramalho, J.C. and Lidon, F.C., (2012). Use of colour parameters for roasted coffee assessment. *Food Science and Technology*, 32: 436-442.
15. Bijami, A., Rezanejad, F., Oloumi, H. and Mozafari, H., (2020). Minerals, antioxidant compounds and phenolic profile regarding date palm (Phoenix dactylifera L.) seed development. *Scientia Horticulturae*, 262: 109017. https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.109017
16. Bouhlali, E.d.T., A. Hmidani, B. Bourkhis, T. Khouya, M. Ramchoun, Y. Filali-Zegzouti, and C. Alem. (2020). Phenolic profile and anti-inflammatory activity of four Moroccan date (*Phoenix dactylifera* L.) seed varieties. *Heliyon*, 6(2): e03436. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e03436
17. Budryn, G., E. Nebesny, A. Podsędek, D. Żyżelewicz, M. Materska, S. Jankowski, and B. Janda., (2009). Effect of different extraction methods on the recovery of chlorogenic acids, caffeine and Maillard reaction products in coffee beans. *European Food Research and Technology*, 228(6): 913-922.https://doi.org/10.1007/s00217-008-1004-x
18. Candeias, S.X., Gallardo, E. and Matos, A.C., (2009). Caffeine Content of Retail Market Coffee in Portugal. *Food Analytical Methods*, 2(4): 251-256. https://doi.org/10.1007/s12161-008-9058-8
19. Capannesi, C., Palchetti, I., Mascini, M. and Parenti, A., (2000).Electrochemical sensor and biosensor for polyphenols detection in olive oils.*Food Chemistry*,71(4):553-562. https://doi.org/10.1016/S0308-8146(00)00211-9
20. Cerretani, L. and Bendini, A., 2010. Chapter 67 - Rapid Assays to Evaluate the Antioxidant Capacity of Phenols in Virgin Olive Oil. In: V.R. Preedy and R.R. Watson (Editors), Olives and Olive Oil in Health and Disease Prevention. Academic Press, San Diego, pp. 625-635. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-374420-3.00067-X
21. Chandrasekaran, M. and Bahkali, A.H., (2013). Valorization of date palm (*Phoenix dactylifera*) fruit processing by-products and wastes using bioprocess technology – Review. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 20(2): 105-120. https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2012.12.004
22. Dong, W., Hu, R., Chu, Z., Zhao, J. and Tan, L., (2017). Effect of different drying techniques on bioactive components, fatty acid composition, and volatile profile of robusta coffee beans. *Food Chemistry*, 234: 121-130. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.04.156
23. Endeshaw, H. and Belay, A., (2020). Optimization of the roasting conditions to lower acrylamide content and improve the nutrient composition and antioxidant properties of Coffea arabica. *PLoS One*, 15(8): e0237265. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0237265
24. FAO, F., (2017). Food and Agriculture Organization of the United Nations – FAOSTAT "https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL"
25. Fikry, M., Y.A. Yusof, A.M. Al-Awaadh, R. Abdul Rahman, N.L. Chin, and H. Mohd Ghazali., (2019a). Antioxidative and Quality Properties of Full-Fat Date Seeds Brew as Influenced by the Roasting Conditions. *Antioxidants*, 8. https://doi.org/10.3390/antiox8070226
26. Fikry, M M., Y.A. Yusof, A.M. Al-Awaadh, R. Abdul Rahman, N.L. Chin, E. Mousa, and L.S. Chang., (2019b). Effect of the Roasting Conditions on the Physicochemical, Quality and Sensory Attributes of Coffee-Like Powder and Brew from Defatted Palm Date Seeds. *Foods*, 8(61).https://doi.org/10.3390/foods8020061
27. Fikry, M., Yusof, Y.A., Al-Awaadh, A.M., Rahman, R.A. and Chin, N.L., (2020). Prediction of the shelf-life of date seeds brew by integration of acceptability and quality indices. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 14(3): 1158-1171. https://doi.org/10.1007/s11694-019-00365-4
28. Galuch, M.B., T.F.S. Magon, R. Silveira, A.E. Nicacio, J.S. Pizzo, E.G. Bonafe, L. Maldaner, O.O. Santos, and J.V. Visentainer., (2019). Determination of acrylamide in brewed coffee by dispersive liquid-liquid microextraction (DLLME) and ultra-performance liquid chromatography tandem mass spectrometry (UPLC-MS/MS). *Food Chemistry*, 282: 120-126.. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.12.114
29. Ghnimi, S., Almansoori, R., Jobe, B., Hassan, M. and Kamal, E., (2015). Quality Evaluation of Coffee-Like Beverage from Date Seeds (Phoenix dactylifera, L.). *Journal of Food Processing & Technology*, 6(12). DOI: 10.4172/2157-7110.1000525
30. Górecki, M. and Hallmann, E., (2020). The Antioxidant Content of Coffee and Its In Vitro Activity as an Effect of Its Production Method and Roasting and Brewing Time. *Antioxidants (Basel)*, 9(4): 308. https://doi.org/10.3390/antiox9040308

31. Habib, H., Platat, C., AlMaqbali, F. and Ibrahim, W., (2014). Date seed (*Phoenix dactylifera*) extract reduces the proliferation of pancreatic cancer cells, DNA damage and superoxide-dependent iron release from ferritin in vitro (829.20). *The FASEB Journal*, 28(1_supplement): 829.20. https://doi.org/10.1096/fasebj.28.1_supplement.829.20
32. Hasan, M. and Mohieldein, A., (2016). In vivo evaluation of anti diabetic, hypolipidemic, antioxidative activities of saudi date seed extract on streptozotocin induced diabetic rats. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*, 10(3): FF06-FF12. doi: 10.7860/JCDR/2016/16879.7419
33. Hečimović, I., Belscak-Cvitanovic, A., Horzic, D. and Komes, D., (2011). Comparative study of polyphenols and caffeine in different coffee varieties affected by the degree of roasting. *Food Chemistry*, 129(3): 991-1000. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.05.059
34. Jeon, J.-S., H.-T. Kim, I.-H. Jeong, S.-R. Hong, M.-S. Oh, M.-H. Yoon, J.-H. Shim, J.H. Jeong, and A.M. Abd El-Aty., (2019). Contents of chlorogenic acids and caffeine in various coffee-related products. *Journal of Advanced Research*, 17: 85-94. https://doi.org/10.1016/j.jare.2019.01.002
35. Khalid, S., Khalid, N., Khan, R.S., Ahmed, H. and Ahmad, A., (2017). A review on chemistry and pharmacology of Ajwa date fruit and pit. *Trends in Food Science & Technology*, 63: 60-69. https://doi.org/10.1016/j.tifs.2017.02.009
36. Maqsood, S., Adiamo, O., Ahmad, M. and Mudgil, P., (2019). Bioactive compounds from date fruit and seed as potential nutraceutical and functional food ingredients. *Food Chemistry*: 125522. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125522
37. Moeenfard, M., Silva, J., Borges, N., Santos, A. and Alves, A., (2015). Diterpenes in espresso coffee: impact of preparation parameters. *European Food Research and Technology*, 240: 763–773. https://doi.org/10.1007/s00217-014-2381-y
38. Moon, J.K., Yoo, H.S. and Shibamoto, T., (2009). Role of roasting conditions in the level of chlorogenic acid content in coffee beans: correlation with coffee acidity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57(12): 5365-5369. https://doi.org/10.1021/jf900012b
39. Muñoz, A.E., Hernández, S.S., Tolosa, A.R., Burillo, S.P. and Olalla Herrera, M., (2020). Evaluation of differences in the antioxidant capacity and phenolic compounds of green and roasted coffee and their relationship with sensory properties. *LWT*, 128: 109457. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109457
40. Oliveira, L.S., Franca, A.S., Mendonça, J.C.F. and Barros-Júnior, M.C., (2006). Proximate composition and fatty acids profile of green and roasted defective coffee beans. *LWT - Food Science and Technology*, 39(3): 235-239. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2005.01.011
41. Orecchio, S., Amorello, D. and Barreca, S., (2019). 7 - Analysis of Contaminants in Beverages. In: A.M. Grumezescu and A.M. Holban (Editors), Quality Control in the Beverage Industry. Academic Press, pp. 225-258. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816681-9.00007-2
42. Parenti, A. Guerrini, P. Masella, S. Spinelli, L. Calamai, and P. Spugnoli., (2014). Comparison of espresso coffee brewing techniques. *Journal of Food Engineering*, 121: 112-117. https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2013.08.031
43. Pérez-Hernández, L.M., Chávez-Quiroz, K., Medina-Juárez, L.Á. and Gámez Meza, N., (2012). Phenolic Characterization, Melanoidins, and Antioxidant Activity of Some Commercial Coffees from Coffea arabica and Coffea canephora. *Journal of the Mexican Chemical Society*, 56: 430-435.
44. Petracco, M., (2005). Our Everyday Cup of Coffee: The Chemistry behind Its Magic. *Journal of Chemical Education*, 82(8): 1161. https://doi.org/10.1021/ed082p1161
45. Saafi, E.B., Trigui, M., Thabet, R., Hammami, M. and Achour, L., (2008). Common date palm in Tunisia: chemical composition of pulp and pits. *International Journal of Food Science and Technology*. 43, 2033–2037. https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2008.01817.x
46. Sacchetti, G., Di Mattia, C., Pittia, P. and Mastrocola, D., (2009). Effect of roasting degree, equivalent thermal effect and coffee type on the radical scavenging activity of coffee brews and their phenolic fraction. *Journal of Food Engineering*, 90(1): 74-80. https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2008.06.005
47. Suresh, S. N. Guizani, M. Al-Ruzeiki, A. Al-Hadhrami, H. Al-Dohani, I. Al-Kindi, and M.S. Rahman., (2013). Thermal characteristics, chemical composition and polyphenol contents of date-pits powder. *Journal of Food Engineering*, 119(3): 668-679. https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2013.06.026
48. Taleb, H., Maddocks, S.E., Morris, R.K. and Kanekanian, A.D., (2016). Chemical characterisation and the anti-inflammatory, anti-angiogenic and antibacterial properties of date fruit (Phoenix dactylifera L.). *Journal of Ethnopharmacology*, 194: 457-468. https://doi.org/10.1016/j.jep.2016.10.032
49. Thouri, A. et al., (2019). Antiproliferative and apoptosis-inducing effect of common Tunisian date seed (var. Korkobbi and Arechti) phytochemical-rich methanolic extract. *Environmental science and pollution research international*, 26(36): 36264-36273. https://doi.org/10.1007/s11356-019-06606-9
50. Venkatachalam, C.D. and Sengottian, M., (2016). Study on Roasted Date Seed Non Caffeinated Coffee Powder as a Promising Alternative. *Asian Journal of Research in Social Sciences and Humanities*. 6(6): 1387-1394. DOI:10.5958/2249-7315.2016.00292.6.